

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-186175

(43)Date of publication of application : 14.07.1998

(51)Int.CI.

G02B 6/36
B29D 11/00
C08L 63/02
// B29K 63:00
B29K105:16

(21)Application number : 08-345185

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 25.12.1996

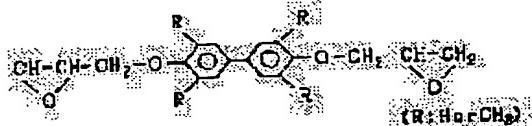
(72)Inventor : HONSHIYO MAKOTO
KATSUSHIME HIROSHI
KAWAKITA MOTOYA

(54) OPTICAL CONNECTOR FERRULE AND RESIN COMPOSITION FOR ITS MOLDING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to produce an optical connector ferule which has high strength and is resistant to chipping by using a biphenyl-base epoxy resin as an essential component and incorporating spherical silica particles of a specific grain size at specific weight % as a packing material into this resin.

SOLUTION: The optical connector ferrule is constituted by using the biphenyl-base epoxy resin expressed by the formula as a base resin and using a resin compsn. contg. 75 to 90wt.% spherical silica particles having a grain size of max. 100. m and a grain size distribution of 10 to 20. m in the central grain size as the packing material. Such biphenyl-base epoxy resin which is mixed with a phenol novolak resin as a hardener is incorporated at 10 to 20wt.% into the packing material. Flexibility and elongation may be imparted to the material and even if a large amt. of the packing material is compounded, the embattlement of molded goods does not arise by consisting essentially of biphenyl-base epoxy resin. The strength, etc., of guide pin holes sufficient for practicable use are obtainable by using the silica particles of a specific state as the packing material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

4/8

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-186175

(43) 公開日 平成10年(1998)7月14日

(51) Int. Cl.⁶
 G 02 B 6/36
 B 29 D 11/00
 C 08 L 63/02
 // B 29 K 63:00
 105:16

識別記号

F I

G 02 B 6/36
 B 29 D 11/00
 C 08 L 63/02

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全7頁)

(21) 出願番号

特願平8-345185

(22) 出願日

平成8年(1996)12月25日

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 本庶 誠
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 勝占 洋
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 川北 元也
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 (74) 代理人 弁理士 石井 康夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】光コネクタフェルールおよびその成形用樹脂組成物

(57) 【要約】

【課題】強度が大きく、欠けにくい光コネクタフェル
ールを製造することができる成形用樹脂組成物を提供す
る。

【解決手段】ビフェニル系エポキシ樹脂を主成分と
し、充填材として球状のシリカ粒子を75~90重量%
含有する成形用樹脂組成物である。この樹脂組成物は、
材料に柔軟性と伸びを持たせることができ、シリカ粒子
を大量に配合しても、成型品が脆くならないとい
う効果がある。また、シリカ粒子の粒径を最大100μ
mで中心粒径が10~20μmの粒度分布とすることに
よって、ガイドピン穴の強度と成形収縮率、反り量につ
いても実用上十分な光コネクタフェルールを成形するこ
とができる。

FP02-0031-
00WD-SE
02.5.28
SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバを位置決めし保持し、結合を行なう光コネクタフェルールの成形に用いる成形用樹脂組成物であって、ビフェニル系エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として粒径が最大 $100\mu m$ で中心粒径が $10\sim20\mu m$ の粒度分布の球状のシリカ粒子を $75\sim90$ 重量%含有することを特徴とする光コネクタフェルールの成形用樹脂組成物。

【請求項2】 光ファイバを位置決めし保持し、結合を行なう光コネクタフェルールの成形に用いる成形用樹脂組成物であって、ジシクロペントジエン系エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として粒径が最大 $100\mu m$ で中心粒径が $10\sim20\mu m$ の粒度分布の球状のシリカ粒子を $75\sim90$ 重量%含有することを特徴とする光コネクタフェルールの成形用樹脂組成物。

【請求項3】 光ファイバを位置決めし保持し、結合を行なう光コネクタフェルールの成形に用いる成形用樹脂組成物であって、ナフタレン系エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として粒径が最大 $100\mu m$ で中心粒径が $10\sim20\mu m$ の粒度分布の球状のシリカ粒子を $75\sim90$ 重量%含有することを特徴とする光コネクタフェルールの成形用樹脂組成物。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1項に記載の成形用樹脂組成物を用いて成形したことを特徴とする光コネクタフェルール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバを接続するための光コネクタフェルールおよびその成形用樹脂組成物に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光通信や光測定等の分野において、光ファイバの接続に用いられる光コネクタは、単心のものと多心のものとがある。多心のものでは、複数本の单心の光ファイバの接続に用いられるものと、テープ状光ファイバ心線に用いられるものがあるが、嵌合ピンを用いて位置決めを行なう構造のものが一般的である。このように、光コネクタの種類は、多種類に及んでいる。この光コネクタを用いて光ファイバを接続する場所が、マンホール内や、架線に取り付けられる接続函内などのように、一度結合した後は、ほとんど着脱が行なわれない場所に用いる光コネクタとしては、一对の多心コネクタをクリップ等簡易な把持具を用いて結合する、いわゆるMT (Mechanically Transferable) コネクタが使用されている。また、屋内の比較的着脱回数の多い用途では、プッシュプル機構を持つハウジングを有し、コネクタアダプタを介して結合する、いわゆるMPO (Multi-pass Push On) コネクタが使用される場合が多い。

【0003】 図1は、実用化されているMTコネクタの

説明図であり、図1(A)はコネクタの結合前の斜視図、図1(B)はコネクタ結合時の斜視図である。図中、10は光ファイバ、11は光コネクタフェルール、11aはガイドピン穴、12はテープ状光ファイバ心線、13はガイドピン、14はクリップである。

【0004】 図1(A)に示すように、一对の光コネクタフェルール11の結合端面には、ガイドピン13と嵌合する2つのガイドピン穴11aが開けられ、その間の部分に複数本の光ファイバ10を挿入する穴が設けられている。この穴に多心のテープ状光ファイバ心線12の複数本の光ファイバ10を、その端部が露出するようエポキシ系接着剤等で固定した後、光コネクタフェルール31の端面が、光ファイバ10の端面と共に研磨される。

【0005】 結合状態においては、2本のガイドピン13によって左右の光コネクタフェルール11が位置決めされて、突き合わせられ、ガイドピン穴11aに対して精密に配列固定された左右の光ファイバ10同士が、屈折率整合剤を介して結合され、図1(B)に示すようなクリップ14で固定される。

【0006】 図2は、実用化されているMPOコネクタの説明図であり、図2(A)はコネクタプラグの斜視図、図2(B)はコネクタアダプタの斜視図、図2(C)は光コネクタフェルールの端面の拡大図である。図中、図1と同様な部分には同じ符号を付して説明を省略する。21は光コネクタフェルール、21aはガイドピン穴、22はコネクタプラグ、23はコネクタハウジング、24はコネクタアダプタである。

【0007】 図2(A)に示すように、コネクタプラグ22は、コネクタハウジング23内に光コネクタフェルール21が収容されたもので、テープ状光ファイバ心線12の多心の光ファイバ10の端面が、図2(C)に示すように、光コネクタフェルール21の端面に露出している。光ファイバ10が光コネクタフェルール21にエポキシ系接着剤等で固定された後、光コネクタフェルール21の端面が、光ファイバ10の端面と共に研磨される。なお、光コネクタフェルール21にはガイドピンを挿入するガイドピン穴21aが設けられている。

【0008】 一对のコネクタプラグ22を、図2(B)に示すような角型形状のコネクタアダプタ24の左右から差し込んで、左右のコネクタフェルール21同士を物理的結合 (Physical Contact、以下、

「PC結合」という。)により結合する。詳細構造については説明を省略するが、コネクタアダプタ24の内部にはコネクタ係止機構があり、コネクタハウジング23の先端の挿入ガイドをコネクタアダプタ内に係止するようになっている。また、コネクタハウジング23と光コネクタフェルール21との間隙がフローティング空間になっている。

【0009】 このMPOコネクタは、通常、光コネクタ

フェルール同士を屈折率整合剤を使用せずに接触させるPC結合の方式で結合するので、結合面における反射光が、光ファイバ内に戻らないようにするため、光コネクタフェルール21の端面を斜めに、例えば、8度の角度となるように研磨する。

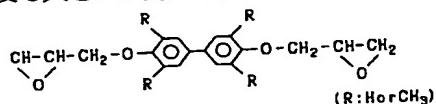
【0010】このように、光コネクタフェルールによる光ファイバの接続は、2つの光コネクタフェルールが突き合わされて結合されるから、その寸法精度が結合損失に及ぼす影響は大きい。特に、ガイドピン穴の強度が小さいものは、結合作業の際にガイドピン穴が欠けるという事態を招くことがあり、このような事態が生じると、光ファイバを新しい光コネクタフェルールに交換する必要があり、作業現場で光コネクタフェルールの交換ができる場合には、接続作業に大きな支障を生じることになる。

【0011】特開平2-19808号公報に記載された多心の光コネクタフェルールの製造用樹脂組成物は、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として、球状のシリカ粒子を10～100重量%含有したものが記載されている。また、特開平6-278157号公報に記載された光コネクタフェルールの製造用樹脂組成物は、フェノールノボラック型エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として、粒径が最大100μmで中心粒径が20μm以下の粒度分布の球状のシリカ粒子を75～90重量%含有したものが記載されている。

【0012】しかしながら、従来技術におけるエポキシ樹脂を主成分として、充填材として球状のシリカ粒子を含有させたものは、ガイドピン穴の強度が大きくないという問題がある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたもので、強度が大きく、欠けにくい光コネクタフェルールを製造することができると成形用樹脂組成物を提供することを目的とするものであり、また、かかる樹脂組成物を用いた光コネクタフェルールを提供し、さらに、ガイドピン穴を有するものにあっては、ガイドピン穴の強度も大きい、光コネクタフ



第1の実施の形態では、このビフェニル系エポキシ樹脂に硬化剤としてフェノールノボラック樹脂を硬化剤を混合したものを10～20重量%とし、上述した充填材を含有させ、その他に離型剤、シランカップリング剤、難燃剤、カーボン、硬化促進剤などを数%混合したもので

エルールを提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、光ファイバを位置決めし保持し、結合を行なう光コネクタフェルールの成形に用いる成形用樹脂組成物であって、ビフェニル系エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として粒径が最大100μmで中心粒径が10～20μmの粒度分布の球状のシリカ粒子を75～90重量%含有することを特徴とするものである。

【0015】請求項2に記載の発明は、光ファイバを位置決めし保持し、結合を行なう光コネクタフェルールの成形に用いる成形用樹脂組成物であって、ジシクロペニタジエン系エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として粒径が最大100μmで中心粒径が10～20μmの粒度分布の球状のシリカ粒子を75～90重量%含有することを特徴とするものである。

【0016】請求項3に記載の発明は、光ファイバを位置決めし保持し、結合を行なう光コネクタフェルールの成形に用いる成形用樹脂組成物であって、ナフタレン系エポキシ樹脂を主成分とし、充填材として粒径が最大100μmで中心粒径が10～20μmの粒度分布の球状のシリカ粒子を75～90重量%含有することを特徴とする光コネクタフェルールの成形用樹脂組成物。

【0017】請求項4に記載の発明は、光コネクタフェルールにおいて、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の成形用樹脂組成物を用いて成形したことを特徴とするものである。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の光コネクタフェルールの実施の形態は、ビフェニル系エポキシ樹脂、ジシクロペニタジエン系エポキシ樹脂、ナフタレン系エポキシ樹脂をベースレジンとして、充填材として、粒径が最大100μmで中心粒径が10～20μmの粒度分布の球状のシリカ粒子を75～90重量%含有する樹脂組成物を用いたものである。

【0019】ビフェニル系エポキシ樹脂は、下記の構造式をもつものである。

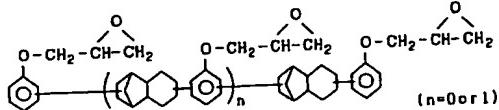
【化1】

ある。

【0020】ジシクロペニタジエン系エポキシ樹脂は、下記の構造式をもつものである。

【化2】

5

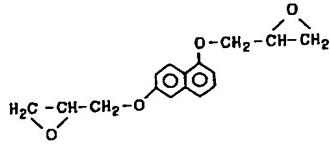


6

第2の実施の形態では、このジシクロペニタジエン系エポキシ樹脂に硬化剤としてフェノールノボラック樹脂を硬化剤を混合したものを10~20重量%とし、第1の実施の形態と同様に、上述した充填材を含有させ、その他に離型剤、シランカップリング剤、難燃剤、カーボン、硬化促進剤などを数%混合したものである。

【0021】ナフタレン系エポキシ樹脂は、下記の構造式をもつものである。

【化3】



第3の実施の形態では、このナフタレン系エポキシ樹脂に硬化剤としてフェノールノボラック樹脂を硬化剤を混合したものを10~20重量%とし、第1の実施の形態と同様に、上述した充填材を含有させ、その他に離型剤、シランカップリング剤、難燃剤、カーボン、硬化促進剤などを数%混合したものである。

【0022】実施例について、比較例と共に説明する。図3は、試作した光コネクタフェルールのガイドピン穴の強度を測定した結果の説明図である。ベースレジンとして、本発明のビフェニル系エポキシ樹脂、ジシクロペニタジエン系エポキシ樹脂、ナフタレン系エポキシ樹脂と、従来例のクレゾールノボラック型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂について、同じ充填材を含有させた樹脂組成物を用いて、多心の光コネクタフェルールを試作して、ガイドピン穴の強度を比較した。図3から分かるように、実施例2、6、10は、比較例1、2に比して、ガイドピン穴の強度が大きいことが分かる。

【0023】なお、ガイドピン穴の強度は、ガイドピン穴にステンレス製のガイドピンを5.5mm挿入して、光コネクタフェルールの端面から5mm突き出たピン部分を、5mm/m inの加圧速度で光コネクタフェルールの外側の肉厚の最も薄い方向へ加圧したときの破断強度を測定した値である。

【0024】この理由について検討するために、JISの試験片を成形し、曲げ強度と曲げ弾性率を測定した。図4は、曲げ強度と曲げ弾性率を測定した結果の説明図である。この測定結果によれば、本発明の樹脂組成物である試験片1、2、3は、比較例の試験片4に対して曲げ弾性率を小さくすることにより曲げ強度を上げることができたものと考えられる。

10 これは、本発明のビフェニル系エポキシ樹脂、ジシクロペニタジエン系エポキシ樹脂、ナフタレン系エポキシ樹脂が、低分子量であり、硬化後の架橋密度が、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂に比較して低いため、柔軟性のある硬化物が得られたものと考えられる。

【0025】この樹脂組成物の硬化物の柔軟性を出すためには、充填材の充填量を下げることによって達成できるが、充填材の充填量を下げるとき、寸法精度が落ちるので、充填量の低下には限界がある。本発明では、樹脂として特定のエポキシ樹脂を選択したことによって、充填材の充填量が高いにもかかわらず、強度の大きい光コネクタフェルールを得ることができる。

【0026】これらの特定のエポキシ樹脂を用いたものにおいても、充填材の性状や充填量によって、成形収縮率や反り量に影響を与える。充填材の粒度分布についても、成形を考えれば、流動性がよいことが望まれる。そのため、充填材のシリカ粒子の形状は、球状とした。ここでいう球状とは、完全な球形のものに限られるものではなく、ほぼ球形であれば足りるものであり、回転梢円体のように球形がやや潰れたような形状も含むものである。

30 【0027】ビフェニル系エポキシ樹脂、ジシクロペニタジエン系エポキシ樹脂、ナフタレン系エポキシ樹脂は、溶融粘度が低いため、シリカ粒子に比べて、ベース樹脂の方が圧倒的に流れやすく、したがって、シリカ粒子の粒径が大きいと、成型時に、シリカ粒子の場所による片寄りが生じ、成型品が均一とならない。サブミクロンオーダーの寸法精度が要求される光コネクタフェルールにおいては、成型品の不均一さは寸法精度を悪くするから、問題である。この観点から、粒子の大きさは、粒径が小さい方が流動性が向上するからよいといえる。しかし、シリカ粒子の粒度分布の中心粒径が10μmより小さくなると、図5に示すように、バリが発生するという問題を生じる。

【0028】図5は、シリカ粒子の粒度分布の中心粒径を変えた場合の10μmの隙間へ樹脂組成物が侵入してバリが形成される長さを測定して実験結果の説明図である。シリカ粒子の粒度分布の中心粒径が10μmより小さくなると、急激に隙間への流出長が大きくなり、バリが発生する状況になることが分かる。したがって、シリカ粒子の粒度分布の中心粒径は、10μm以上であることが大きなバリを発生させないための要件であるといふ

ことができる。

【0029】図6、図7、図8は、ビフェニル系エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン系エポキシ樹脂、ナフタレン系エポキシ樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物のそれぞれについて、シリカの性状と含有量を変えて、ガイドピン穴の強度と成形収縮率、反り量について測定した実施例と比較例の結果を示す説明図である。

【0030】粒径が最大100μmで、中心粒径が20μm以下の粒度分布の球状のシリカ粒子を75～90重量%含有する実施例1～12のいずれの樹脂組成物も、ガイドピン穴の強度と成形収縮率、反り量については、実用上、十分であるといえる。これに対して、比較例1、5、9のシリカ粒子の形状が球状でない破碎状のものは、いずれも反り量が大きいことが分かる。また、シリカ含有量が75重量%より少ない70重量%である比較例2、6、10では、樹脂成分が多く、成形収縮量が大きいことが分かる。シリカ含有量が75重量%より多い95重量%である比較例3、7、11では、成形収縮量は実施例より小さいが、樹脂成分が少なすぎるため、反り量が大きいことが分かる。また、シリカ最大粒径が100μmを超える、また、粒度分布の中心粒径が20μmを超える25μmである比較例4、8、12でも、反り量が大きく、適当でないことが分かる。また、シリカ粒子の含有量が90重量%を超えると、均一性の点でも問題があり、また、脆くなるという問題もあり適当ではないといえる。

【0031】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、光コネクタフェルールの成形に用いる成形用樹脂組成物として、ビフェニル系エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン系エポキシ樹脂、ナフタレン系エポキシ樹脂を主成分とすることによって、材料に柔軟性と伸びを持たせることができ、充填材を大量に配合しても、成型品が脆くならないという効果がある。また、充

填材として用いるシリカ粒子の形状を球状とし、その粒径を最大100μmで中心粒径が10～20μmの粒度分布とし、含有量を75～90重量%とすることによって、ガイドピン穴の強度と成形収縮率、反り量についても実用上十分な光コネクタフェルールを成形することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】実用化されているMTコネクタの説明図である。

【図2】実用化されているMPOコネクタの説明図である。

【図3】試作した光コネクタフェルールのガイドピン穴の強度を測定した結果の説明図である。

【図4】曲げ強度と曲げ弾性率を測定した結果の説明図である。

【図5】バリの形成を説明するための実験結果の説明図である。

【図6】ビフェニル系エポキシ樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物を用いた光コネクタフェルールの特性についての説明図である。

【図7】ジシクロペンタジエン系エポキシ樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物を用いた光コネクタフェルールの特性についての説明図である。

【図8】ナフタレン系エポキシ樹脂をベース樹脂とする樹脂組成物を用いた光コネクタフェルールの特性についての説明図である。

【符号の説明】

10…光ファイバ、11…光コネクタフェルール、11a…ガイドピン穴、12…テープ状光ファイバ心線、1

30 3…ガイドピン、14…クリップ、21…光コネクタフェルール、21a…ガイドピン穴、22…コネクタブレグ、23…コネクタハウジング、24…コネクタアダプタ。

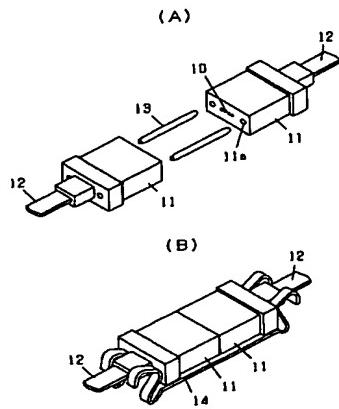
【図3】

	実施例					比較例				
	2	6	10	1	2					
ベースレジン ビフェニル 系 ナフタレン 系	シリカ 球状 ナフタレン 系									
シリカ形状	球状									
シリカ含有量(重量%)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
シリカ最大粒径(μm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
ガイド穴の強度(kg)	3.5	2.2	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

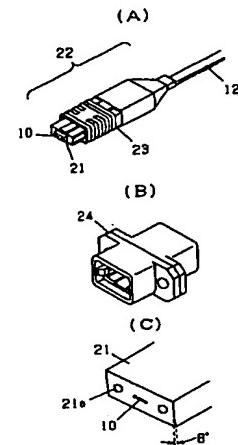
【図4】

	実施例2	実施例10	比較例1
ベースレジン ビフェニル 系 ナフタレン 系	シリカベントリジン系 シリカ樹脂(7%) エポキシ樹脂(7%) エポキシ樹脂(7%)	シリカベントリジン系 シリカ樹脂(7%) エポキシ樹脂(7%) エポキシ樹脂(7%)	シリカベントリジン系 シリカ樹脂(7%) エポキシ樹脂(7%) エポキシ樹脂(7%)
硬化剤 フタル酸 樹脂(7%)	フタル酸 樹脂(7%)	フタル酸 樹脂(7%)	フタル酸 樹脂(7%)
充填材 シリカ樹脂(80%)	シリカ樹脂(80%)	シリカ樹脂(80%)	シリカ樹脂(80%)
その他の有機物 シリカ樹脂 樹脂 カーボン 樹化成形物など	シリカ樹脂 樹脂 カーボン 樹化成形物など	シリカ樹脂 樹脂 カーボン 樹化成形物など	シリカ樹脂 樹脂 カーボン 樹化成形物など
強度強度 (kg/mm ²)	20	18	20
曲げ弾性率 (10 ⁻³ /mm ²)	1400	1600	1400
			2000

【図1】



【图2】



【図5】

	A	B	C	D	E
ベースレジン	ピコニコル酸	ピコニコル酸	ピコニコル酸	ピコニコル酸	ピコニコル酸
シリカ形状	球状	球状	球状	球状	球状
シリカ粒度(μm)	80	80	80	80	80
シリカ最大粒度(μm)	50	60	60	100	150
シリカ中心濃度(%)	8	10	15	20	25
10 μm粒度以上の パラの割合率(%)	22	7	5	4	4

【图6】

	高分子				比較例			
	1	2	3	4	1	2	3	4
ベースレジン	ピュニコ 系							
シリカ粒状	球状							
シリカ高純度 (wt%)	75	80	60	60	80	70	65	80
シリカ粒径 (μm)	80	80	100	80	80	80	80	150
シリカ粒径大さめ (μm)	80	80	100	80	80	80	80	150
シリカ粒径小さめ (μm)	15	15	20	15	15	15	15	25
結合率への強度 (kg)	3.6	3.5	3.5	3.4	3.3	3.7	3.2	3.5
成形初期強度 (kg)	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.7	0.1	0.9
モリカ (kg)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.7	0.3	0.6	0.1

【図7】

	本色例				比較例			
	5 シクロ ベンタジン 系	6 シクロ ベンタジン 系	7 シクロ ベンタジン 系	8 シクロ ベンタジン 系	5 シクロ ベンタジン 系	6 シクロ ベンタジン 系	7 シクロ ベンタジン 系	8 シクロ ベンタジン 系
シリカ形状	球状							
シリカ含石量(wt%)	75	80	80	80	80	70	95	80
シリカ最大粒径(μm)	80	80	100	80	80	80	80	150
シリカ平均粒径(μm)	15	15	20	15	15	15	15	25
嵌合率の強度(kg)	2.4	2.2	2.2	2.0	2.3	2.5	2.0	2.3
嵌合率の強度(%)	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.7	0.1	0.3
モリ量(μm)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	0.6	0.7

【図8】

	高強例				比較例			
	9 ナフタレン 系	10 ナフタレン 系	11 ナフタレン 系	12 ナフタレン 系	9 ナフタレン 系	10 ナフタレン 系	11 ナフタレン 系	12 ナフタレン 系
シリカ形状	球状	球状	球状	球状	球状	球状	球状	球状
シリカ含石量(wt%)	75	80	80	90	80	70	95	80
シリカ最大粒径(μm)	80	80	100	80	80	80	80	150
シリカ平均粒径(μm)	15	15	20	15	15	15	15	25
嵌合率の強度(kg)	3.3	3.0	3.0	2.9	3.2	3.4	2.8	3.1
嵌合率の強度(%)	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.7	0.1	0.3
モリ量(μm)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.7	0.3	0.6	0.6